

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора

Васина Сергея Александровича

на диссертацию **Осминко Дмитрия Александровича** на тему:

«Совершенствование технологии изготовления внутренних цилиндрических поверхностей сварных деталей из разнородных сталей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения

1. Актуальность темы диссертационной работы

В условиях современного развития машиностроительной отрасли представляется необходимым разработка новых технологий и применение новых материалов, позволяющих улучшать эксплуатационные характеристики изделия, уменьшать массу конструкции и отвечать специальным конструкторским задачам. Одним из примеров данной задачи является использование разнородных материалов в важнейших узлах изделий, что приводит не только к снижению массы конструкции, но и обеспечивает специальные физико-механические свойства, необходимые для решения технологических и конструкционных задач. Применение сварных деталей из разнородных сталей может обеспечить работу изделия с агрессивными средами, эксплуатацию в тяжёлых климатических условиях, исключить повышенный абразивный износ на характерных участках изделия и повысить стабильность функционирования изделия при резких нагрузках и разгрузках системы и другое.

Как показывает практика, непрерывный процесс механической обработки сварной детали, состоящей из материалов с различными физико-механическими свойствами, сопровождается возникновением автоколебательного процесса, который ведёт к неустойчивому режиму обработки детали. Такое динамически неустойчивое состояние замкнутой системы в условиях растачивания глубокого отверстия, обусловлено тем, что

традиционный расточной инструмент при переходе границы раздела двух разнородных материалов не справляется с нарастающей амплитудой колебания, что приводит к ухудшению микро- и макро-геометрических параметров обработанной поверхности. Отсюда следует, что проводимые соискателем исследования являются актуальными и представляют научный и практический интерес.

2. Научная новизна

Выводы и рекомендации, полученные в диссертации, обоснованы и достоверны, так как они базируются на результатах известных работ ведущих отечественных и зарубежных учёных в области технологии машиностроения, а также на представительных результатах выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований.

Научная новизна выводов и рекомендаций заключается в выявлении зависимости между шероховатостью изготовленной внутренней поверхности детали и степенью напряжённо-деформированного состояния в расточной оправке, что позволит усовершенствовать технологию растачивания внутренних прецизионных поверхностей в деталях, состоящих из разнородных сталей.

Соискателем разработана и предложена математическая модель технологической системы при растачивании сваренной разнородной конструкции, позволяющая на раннем этапе оценить существующие режимы механической обработки и степень напряженно-деформированного состояния разработанной расточной оправки для научно обоснованного выбора новых режимов на получистовом и чистовом переходе и оптимальном моменте затяжки разжимного конуса в разработанной соискателем расточной оправке, при которых процесс растачивания отверстия сопровождается устойчивым процессом. Основной гипотезой представленной имитационной модели является возникновение автоколебательного процесса и его перехода в неустойчивое состояние

посредством запаздывания силы резания P по отношению к силе трения Q . Математическая модель, предложенная автором диссертационного исследования, представлена в виде двух систем уравнений, в которой одна система отвечает за обработку по 1-му участку с одними физико-механическими свойствами, а вторая система дифференциальных уравнений относится к обработке по 2-му участку с иными от первого участка физико-механическими свойствами. Имитация работы границы раздела двух материалов реализуется через тумблер, осуществляющий переключение одной системы на другую.

3. Практическая значимость диссертационной работы

Значимость полученных соискателем результатов исследований подтверждается следующим:

- предложен способ технологического обеспечения макро- и микрогеометрических параметров внутренних прецизионных поверхностей при растачивании отверстий в деталях, сваренных из разнородных сталей, посредством использования специального инструмента, обладающего диссипативными свойствами;

- разработано и предложено устройство расточной оправки, находящейся в определённом фиксированном напряжённо-деформированном состоянии, для подавления возникающих возмущений в процессе растачивания разнородных обрабатываемых сталей и обеспечения качественных показателей поверхности детали;

- выполнены лабораторные и промышленные исследования влияния степени напряжённо-деформированного состояния расточной оправки, с учётом границы области устойчивости, на шероховатость внутренних прецизионных поверхностей;

- предложены практические рекомендации по настройке инструментального оснащения и алгоритм макропрограммирования в системе CNC типа Fanuc 21i-TD, которое снизит влияние колебаний

подсистемы «инструмент» на качество и точность изготовления прецизионных поверхностей из разнородных сталей.

Результаты исследования являются актуальными и, несомненно, найдут практическое применение на ведущих предприятиях страны.

4. Степень обоснованности и достоверности защищаемых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные результаты, полученные в диссертационном исследовании, сформулированы автором в двух положениях, выносимых на защиту:

1. Разработанная двухконтурная математическая модель динамической системы механической обработки, учитывающая механические свойства элементов, составляющих сварную деталь, воздействие режимов механической обработки и степени напряжённо-деформированного состояния расточной оправки на качество и точность обрабатываемых поверхностей, позволяет адекватно оценить влияние автоколебательного процесса на формирование шероховатости при технологическом процессе механической обработки отверстий в сварных деталях и подобрать рациональный диапазон степени затяжки расточного инструмента $M_{кр} = 60..90$ Н·м, обеспечивающего снижение амплитуды возмущений на 69 % по сравнению с соответствующими вибрациями при реализации базового технологического процесса растачивания.

2. Разработанный и реализованный на практике алгоритм, осуществляющий интегрированную технологическую операцию с помощью макропрограммирования в системе CNC типа Fanuc 21i-TD, включающую два перехода по обработке сварной детали типа «втулка» из конструкционной стали 45 и нержавеющей стали 12Х18Н10Т с применением инновационной оправки со степенью напряжённо-деформированного состояния при $M_{кр} = 90$ Н·м и соответствующих режимов обработки (подача $S_{рез} = 0,12 \frac{мм}{об}$, скорость $V_{рез} = 160 \frac{м}{мин}$, глубина $t_{рез} = 0,35$ мм), что позволяет обеспечивать точность отверстий по IT8-9 качеству со средним

арифметическим отклонением профиля до 1 мкм при общем исходном припуске на обработку $\delta_{\text{общ}}=0,7$ мм.

Идея работы заключается в научно обоснованной оценке влияния режимов обработки процесса растачивания и степени напряжённо-деформированного состояния предлагаемой оправки на точность и качество внутренних поверхностей детали, сваренной из разнородных сталей; интеграции в стойку станка с ЧПУ специального алгоритма совершенствованного технологического процесса растачивания отверстий в разнородных деталях, упрощающего осуществление операции оператором станка.

При доказательстве *первого защищаемого положения* автором, на основании результатов динамических и вибрационных исследований, определены динамические параметры антивибрационной расточной оправки при различной степени затяжки разжимного конуса и собственные моды в среде COMSOL Multiphysics необходимые для разработки математической модели технологической системы при растачивании сваренной разнородной конструкции.

Предложенная соискателем имитационная математическая модель процесса растачивания внутренних поверхностей деталей, сваренных из разнородных сталей, позволила спрогнозировать устойчивость процесса механической обработки и обеспечила снижение амплитуды колебаний на 69 % по сравнению с соответствующими вибрациями при реализации базового технологического процесса растачивания.

При моменте затяжки разжимного конуса $M_{\text{кр}}=60..90$ Н·м при растачивании разнородной конструкции и в последующем оценить качественные показатели обработанной внутренней поверхности.

Доказательством *второго защищаемого положения* является разработка алгоритма интегрированной технологической операции

непрерывного растачивания отверстия детали, сваренной из разнородных сталей, включающая получистовой и чистовой переход.

Автором предложена управляющая программа на основе макрокоманды, осуществляющей управление органами станка с ЧПУ с учётом вводимых переменных в безопасную область ввода данных стойки Fanuc 21i-TD, что позволяет легко контролировать оптимальный припуск на этапах безусловного останова УП. Представленный алгоритм максимально исключает человеческий фактор при обработке сварной детали типа «втулка» из конструкционной стали 45 и нержавеющей стали 12Х18Н10Т с применением инновационной оправки со степенью напряжённо-деформированного состояния при $M_{кр} = 90$ Н·м с соответствующими режимами обработки и позволяет обеспечивать точность отверстий по IT8-9 качеству со средним арифметическим отклонением профиля до 1 мкм.

Все защищаемые положения, сформулированные в диссертационной работе, соответствуют названию диссертации и цели исследования, являются обоснованными и опираются на результаты выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований. Полученные в работе результаты являются новыми и могут быть использованы при совершенствовании технологии растачивания внутренних цилиндрических поверхностей сварных деталей из разнородных сталей.

5. Общая оценка содержания диссертации

Осминко Дмитрий Александрович выполнил работу на актуальную тему, подтвердил свой широкий кругозор, хорошее знание проблемы, умение самостоятельно планировать и вести теоретические и экспериментальные исследования. Диссертация и автореферат написаны лаконично, хорошим литературным языком с корректным использованием научно-технической терминологии. Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации. На все используемые литературные источники имеются ссылки.

В диссертации приведено достаточное количество иллюстративного материала, такого как рисунки, таблицы, графики, что обеспечивает наиболее полное понимание изложенной информации.

Основные положения работы были доложены на международных конференциях и симпозиумах. По результатам выполненных исследований по теме диссертационной работы опубликовано 7 печатных работ, из них 2 статьи в рецензируемых научных журналах из перечня рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ. Получен 1 патент.

6. Замечания по диссертационной работе

1. В автореферате на Рисунке 6 представлена лицевая модель цифрового двойника по моделированию автоколебательного процесса при растачивании сварной разнородной конструкции с режимными параметрами, несоответствующими рабочему процессу.

2. В диссертационной работе для определения динамических параметров антивибрационной расточной оправки автором рассматривался диапазон вылета от 0,2 до 0,5 м. Чем обоснован такой выбор?

3. Рисунок 9 автореферата - отсутствует сравнение шероховатости внутренней поверхности детали «Труба», после предлагаемой автором технологии растачивания с альтернативной (базовой) технологией.

4. В диссертационной работе автором учитывается возникновение автоколебаний в цифровой модели технологической системы механической обработки отверстий в деталях, сваренных из разнородных сталей. Какая гипотеза возникновения автоколебательного процесса считалась основной в диссертационной работе?

5. Является ли критерий «глухое глубокое отверстие» в предложенной технологии главным, обоснуйте критерии выбора конструкции расточного инструмента.

6. В автореферате недостаточно полно рассматриваются вопросы влияния и характер образования дефектов при механической обработке отверстий в деталях, сваренных из разнородных сталей.

7. В автореферате отсутствует сравнение результатов временной оценки технического процесса растачивания отверстий по предложенной автором технологии и действующей на сегодняшний день базовой методикой обработки детали «Труба».

Данные замечания не снижают ценности проведенных исследований.

7. Общее заключение по работе

Диссертационная работа Осминко Дмитрия Александровича является законченным научно-квалификационным трудом, написана на актуальную тему, представленные научные положения обладают необходимой новизной и подтверждены теоретическими и экспериментальными исследованиями. Диссертационная работа представляет собой решение важной научной задачи оценки технологического решения при разработке перспективных мероприятий по растачиванию внутренних цилиндрических поверхностей сварных деталей из разнородных сталей, на основе анализа проблем стабильности в существующих технологических процессах обработки отверстий, не обеспечивающих высокую точность и качество глухих и сквозных отверстий.

Диссертационная работа на тему «Совершенствование технологии изготовления внутренних цилиндрических поверхностей сварных деталей из разнородных сталей», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного

университета от 26.06.2019 № 839адм, а ее автор – Осминко Дмитрий Александрович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

Официальный оппонент, д.т.н.,
профессор, федеральное
государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования «Тульский
государственный университет»,
кафедра «Городского
строительства, архитектуры и
дизайна», профессор



Васин
Сергей
Александрович

Даю согласие на внесение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Васин Сергей Александрович

Адрес: 300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92

Телефон: +7(910)943-65-40

e-mail: vasin_sa53@mail.ru

Подпись официального оппонента, д.т.н., профессора, профессора кафедры «Городского строительства, архитектуры и дизайна» Васина Сергея Александровича заверяю

*Начальник отдела
кадров* *Григорьев*



Л.Ю. Меркулов
18.11.2019